

短期での火山灰質粘性土改質を目指した新しい中性改良材の開発

九州産業大学 学生会員 本山 貴恵
ワールド・リンク 非会員 藤 龍一

九州産業大学 正会員 林 泰弘
九州産業大学 正会員 松尾 雄治

1. はじめに

災害発生時など大量に泥土が発生した場合は短期での対応が必要であるが、泥土は流動性が高いため、速やかに運搬するためには土質改良が必要となる。セメント系固化材では養生時間を要することや生石灰では過剰な発熱などのリスクを伴う。また、これらを使用した場合は改良土の pH が高くなるため搬出後の用途に制限がかかる場合がある。

高尾ら¹⁾は土に無機系泥土改良材と珪藻土を添加・混合することで、中性のまま改良後すぐに運搬が可能な改良土を作製できることを示した。本研究では、泥土に改良材を添加して中性を保ったまま、改良直後に運搬できる程度に改良（一次処理）することに加え、養生後に盛土材として活用できる程度の強度を確保できるため、さらに改良（二次処理）をする場合について検討した。

2. 試料の特性

対象の試料は熊本県大津町の地山で採取した火山灰質粘性土（黒ぼく、赤ぼく）、千葉県地山で採取した火山灰質粘性土（関東ローム B）である。黒ぼくと赤ぼくは粘土分が多いが、関東ローム B はシルト分が多く、砂分も最も多く含んでいる。塑性図(図 1)ではいずれの試料も B 線の右側にあり、圧縮性が大きく盛土材に適していない。また、A 線よりかなり下にあるが、これは火山灰質粘性土の特徴である。

表 1 対象試料の特性

土の名称	黒ぼく ¹⁾	赤ぼく ¹⁾	関東ローム B
自然含水比(%)	99.7	153.7	88.8
調整含水比(%)	114	168	108
砂分(%)	16.6	8.8	35.3
シルト分(%)	31.3	19.6	59.4
粘土分(%)	52.1	71.6	5.3
液性限界(%)	123.3	174.1	109.1
塑性限界(%)	90	126.6	71.8
塑性指数	33.3	47.5	37.3

3. 改良土の作製方法

本研究では泥土状態の土の改良を対象としたため、コーン指数が約 150kN/m² となる調整含水比で実験に供した。一次処理では対象の試料をボウル内で調整含水比の泥土に改良材を添加してハンドミキサーで混合攪拌する。改良材は無機系泥土改良材(D 材)と珪藻土(K 材)、マグネシウム系固化材(M 材)を混合したもの(DKM 材)を用いた。D 材は水溶性ポリマーを含んでいるため、泥土が凝集、団粒化することで改良直後にコーン指数改善をすることができる。K 材には無数の孔があるため、多量の水分を吸収することができる。M 材は混合直後での効果はみられないが数時間の養生で強度が増加しはじめる。二次処理として DKM 材を添加した土に石灰系固化材、セメント系固化材を添加し十分に混合した。

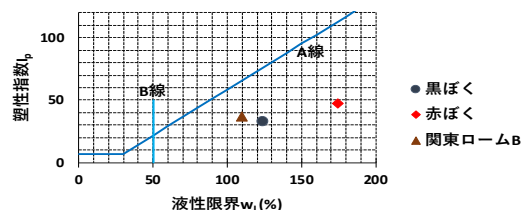
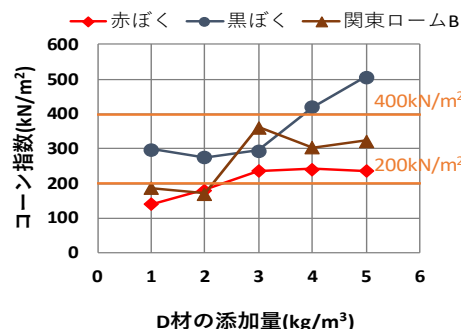
図 1 塑性図¹⁾DKM=30kg/m³(M=15kg/m³)

図 2 D 材の添加量とコーン指数の関係

4. コーン指数

一次処理の改良効果を確認するため改良直後のコーン指数を「締固めた土のコーン指数試験の方法 (JIS A 1228:2009)」に従い求めた。コーン指数 q_c の目標値は第 4 種建設発生土に相当する $q_c \geq 200\text{kN/m}^2$ 、第 3 種建設発生土に相当する $q_c \geq 400\text{kN/m}^2$ とした。DKM 材=30 kg/m³ (M 材=15kg/m³) とした場合の D 材の添加量とコーン指数の関係を図 2 に示す。D 材が最も高価な材料であるが、黒ぼくは D 材の添加量が少ない量でも $q_c \geq 200\text{kN/m}^2$ を達することができ、D 材=4kg/m³ のとき $q_c \geq 400\text{kN/m}^2$ を達成することができた。赤ぼくと関東ローム B は D 材=3kg/m³ のとき $q_c \geq 200\text{kN/m}^2$ を達成することができた。D 材の添加量を増やしても珪藻土の量が少なす

ぎると強度が得られないため最適の量が存在することが示唆された。DKM 材=30kg/m³ (D 材=3kg/m³) で改良した場合の K 材の添加量とコーン指数の関係を図 3 に示す。赤ぼくは K 材の増加 (M 材の減少) による強度変化はみられなかった。関東ローム B は (D 材:K 材:M 材=3:12:15) のとき最も大きいコーン指数を示した。いずれも $q_c \geq 200\text{kN/m}^2$ は達成できたが、 $q_c \geq 400\text{kN/m}^2$ を得るためには DKM 材の総量を増やす必要がある。

5. 一軸圧縮強さ

コーン指数で高い改良効果が確認された DKM 材=30kg/m³ (D 材:K 材:M 材=3:12:15) と M 材の代わりに K 材を用いた DK 材=30kg/m³ (D 材=3 kg/m³、K 材=27 kg/m³) で一次処理の改良土を作製した。供試体は A 法の仕事量で直径 50mm、高さ 100mm のモールドに締固め 20±3℃の恒温庫で 3 日間密閉養生後、水浸して合計 7 日間もしくは 28 日間養生を行った。

「土の一軸圧縮試験方法 (JIS A 1216 : 2009)」に従い、一軸圧縮強さを求めた。「一軸圧縮強さの目標値は $q_u=100\sim 300\text{kN/m}^2$ とした。一次処理の改良土での養生日数と一軸圧縮強さの結果を図 4、5 に示す。図 4 は DKM 材を配合した結果である。すべての火山灰質粘性土は改良直後での q_u は小さかったが、赤ぼくと黒ぼくは 7 日養生後までに q_u が大きくなり、黒ぼくは養生 28 日までにさらに q_u が大きくなった。関東ローム B は直後の q_u は赤ぼくよりも大きかったが、それ以降 28 日養生まで強度の増加はあまりみられなかった。図 5 は DK 材を配合した結果である。赤ぼくの直後の q_u は M 材が配合されているときと変わりなかったが、7 日養生以降は水中で崩壊した。黒ぼくは直後の q_u は赤ぼくよりも大きかったが、同じく水浸によって崩壊した。関東ローム B も M 材が配合されていないと水中崩壊すると予想されたため、一軸圧縮試験は行わなかった。二次処理については発表会当日に結果を示す。

6. 中性化の判定

今日の実験において、一軸圧縮試験後の試料を用いて、「土懸濁液の pH 試験方法 (JGS 0211:2009)」による pH を測定した。図 6 に示すように DK 材の改良土は中性域におさまったが、M 材を添加することで若干 pH が高くなった。

7. まとめ

コーン指数 400kN/m²、一軸圧縮強さ 100kN/m²~300kN/m² の強度を得るためには DKM 材の総量を増やす必要がある。DKM 材の割合を変えることで、無機系泥土改良材の添加量を増やすよりも強度が高くなることがわかった。DKM 材=30kg/m³ での pH は中性域におさまることがわかった。

謝辞: 関東ローム B の採取については、宇部マテリアルズ (株) のご協力をいただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献: 1)高尾隆太郎: 無機系泥土改良材を添加した軟弱土の改良、平成 29 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp285-286、2018.3

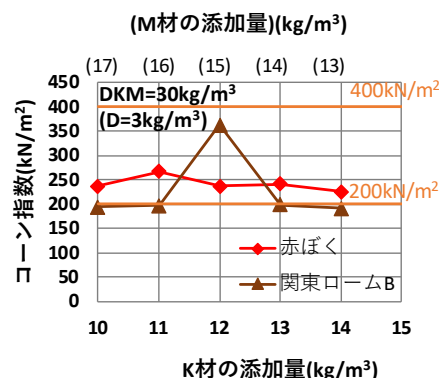


図 3 K 材の添加量とコーン指数の関係

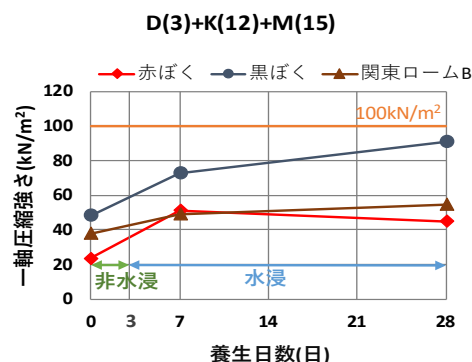


図 4 養生日数による一軸圧縮強さの変化

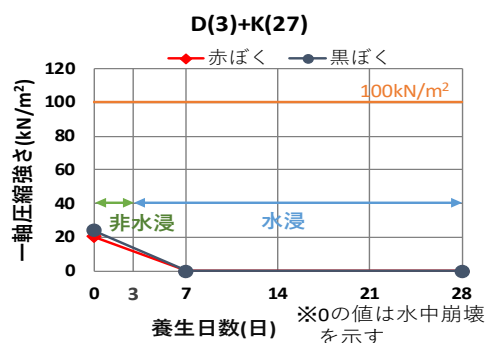


図 5 養生日数による一軸圧縮強さの変化

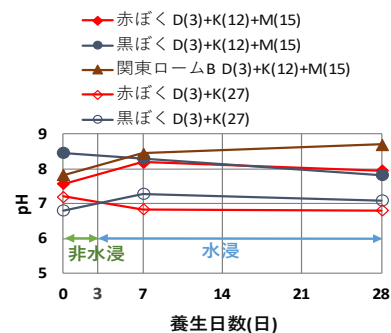


図 6 養生日数による pH の変化